

POWERED BY **Dialog**

Automatic device to fit bracket of brace onto teeth; has units to measure teeth, calculate placement location for bracket, mark tooth and fit bracket and has control unit

Patent Assignee: NADLER A

Inventors: NADLER A

Patent Family

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
WO 200187179	A1	20011122	WO 2001DE1699	A	20010503	200212	B
DE 10024833	A1	20011129	DE 1024833	A	20000519	200212	

Priority Applications (Number Kind Date): DE 1024833 A (20000519)

Patent Details

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
WO 200187179	A1	G	29	A61C-007/14	
Designated States (National): CA JP US					
Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE TR					
DE 10024833	A1			A61C-007/14	

Abstract:

WO 200187179 A1

NOVELTY The device has a control unit (36) to control measuring (6), calculating (26) and handling (12) units. The measuring unit measures at least one tooth (4) to generate a dimension record. The calculating unit calculates a placement location (24) for a bracket (2) on the tooth according to the record. The handling unit marks the placement location on the tooth and places the bracket directly on the calculated placement location.

DETAILED DESCRIPTION An INDEPENDENT CLAIM is included for a method for using the device.

USE To fit bracket of brace or other orthodontic appliance onto teeth.

ADVANTAGE Quick and exact placement of brace bracket on teeth.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) The figure shows a schematic side view of an example of the device during the placement of the bracket on a tooth, not to scale.

Device (1)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Orthodontic appliance brackets (2)

Tooth (4)

Measuring unit (6)

Optical sensor (8)

Robotic arm (10)

Handling unit (12)

Fixed base (14)

Reference point (16)

Indicated area of tooth (18)

Integrated logic (20)

Height line of placement location (23)

Placement location (24)

Calculating unit (26)

Monitor (28)

Input unit (30)

Surface of bracket to be bonded to tooth (34)

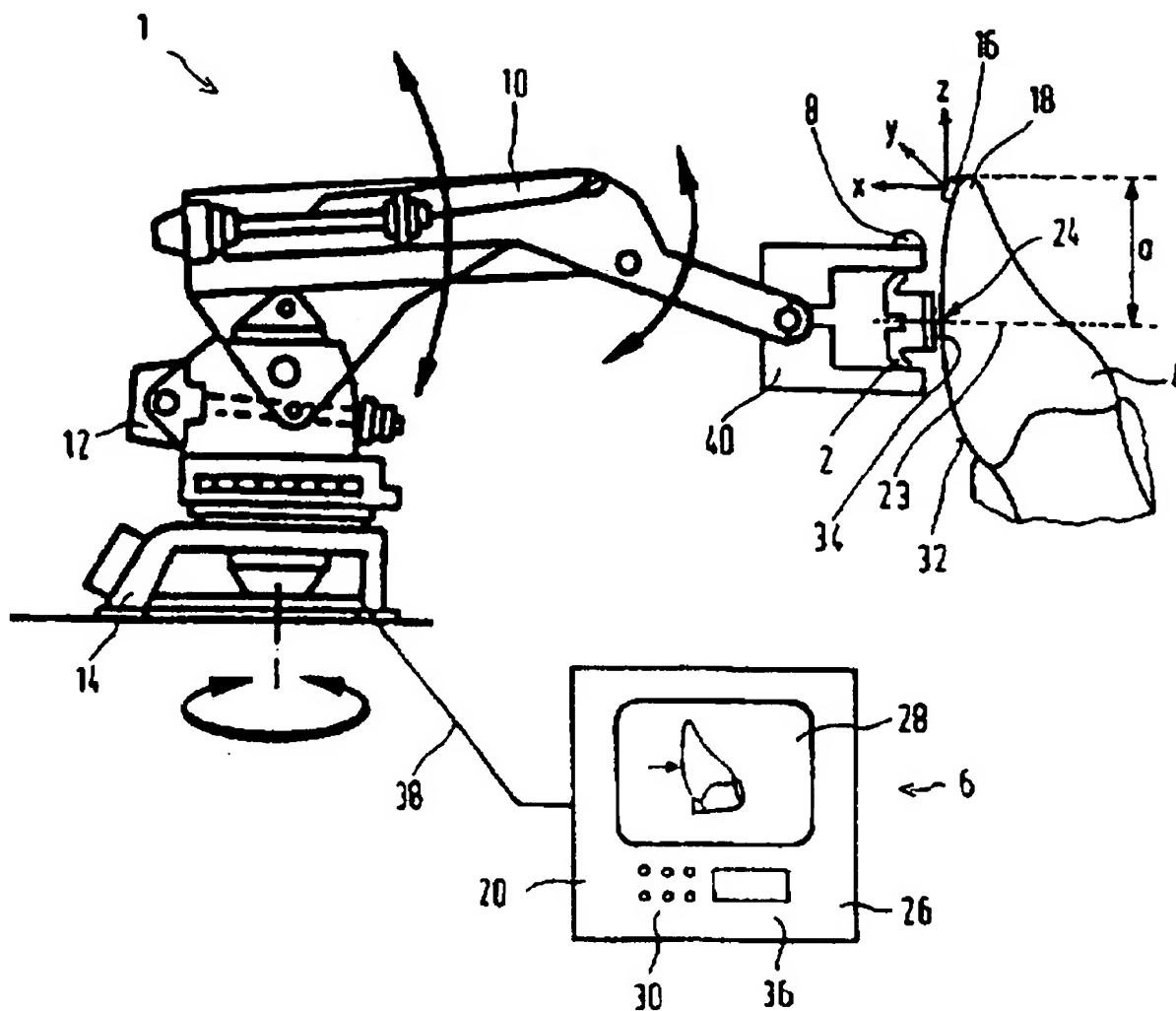
Control unit (36)

Electrical cable (38)

Gripper (40)

pp; 29 DwgNo 1/4

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Derwent World Patents Index
© 2005 Derwent Information Ltd. All rights reserved.
Dialog® File Number 351 Accession Number 14269124

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 24 833 A 1**

⑤ Int. Cl.7:
A 61 C 7/14
A 61 C 19/04
B 25 J 9/02
B 25 J 15/02

⑳ Aktenzeichen: 100 24 833.0
㉔ Anmeldetag: 19. 5. 2000
㉕ Offenlegungstag: 29. 11. 2001

DE 100 24 833 A 1

㉑ Anmelder:
Nadler, Albert, 86159 Augsburg, DE

㉒ Vertreter:
Wiedemann, M., Dipl.-Ing. Univ. Dr.-Ing., Pat.-Anw.,
86150 Augsburg

㉓ Erfinder:
gleich Anmelder

㉔ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

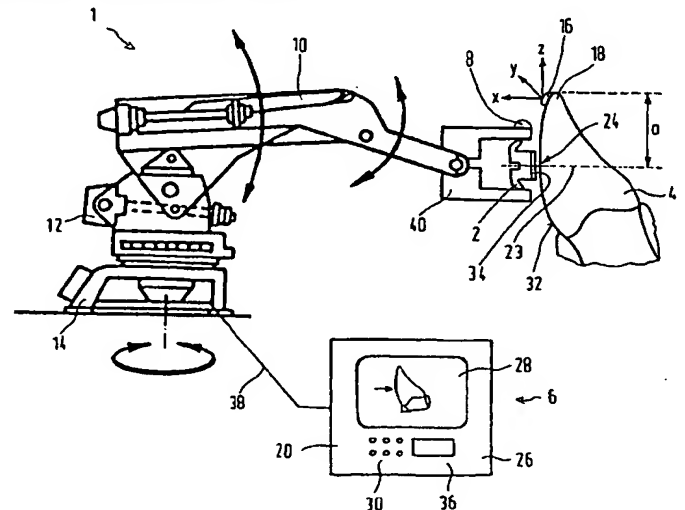
FR	26 56 215 A
FR	26 55 838 A1
US	60 15 289 A
US	58 79 158 A
US	56 83 243 A
WO	99 58 077 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉕ Vorrichtung und Verfahren zum Platzieren von Zahnspangen-Brackets auf Zähnen

- ㉖ Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung (1) zum automatischen Platzieren von Zahnspangen-Brackets (2) auf Zähnen (4), wobei die Vorrichtung (1) folgende, von einer Steuereinrichtung (36) ansteuerbare Einrichtungen beinhaltet:
- a) eine Meßeinrichtung (6) zum Vermessen der Geometrie wenigstens eines Zahnes (4) und zum Generieren eines Geometrie-Datensatzes des Zahnes (4);
 - b) eine Berechnungseinrichtung (26) zur Berechnung eines Platzierungsortes (24) für ein Bracket (2) an dem Zahn (4) in Abhängigkeit des gemessenen Geometrie-Datensatzes und von in einem Speicher gespeicherten Standardwerten, welche die Lage des Platzierungsortes (24) relativ zu ausgezeichneten Bereichen (18, 22) des Zahnes (4) definieren;
 - c) eine Handhabungseinrichtung (12) zum Markieren des Platzierungsortes (24) am Zahn (4) und/oder zum direkten Platzieren des Brackets (2) am berechneten Platzierungs-ort (24) des Zahnes (4).



DE 100 24 833 A 1

BEST AVAILABLE COPY

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung und von einem Verfahren zum Platzieren von Zahnspangen-Brackets auf Zähnen gemäß Anspruch 1, Anspruch 12 und Anspruch 14.

[0002] Im Rahmen der kosmetischen Zahnregulierung sind Zahnspangen bekannt, bei denen ein ideale Zahnbogenform aufweisender Metallbogen unter Spannung in Schlitz an den Zahnaußenflächen oder Zahninnenflächen angeklebter Metallplättchen im folgenden Brackets genannt - eingehängt wird. Hierbei wird der Metallbogen elastisch verformt und hat durch die elastischen Rückstellkräfte bedingt die Tendenz, seine ursprüngliche Form einzunehmen. Mit der Zeit geben die Zähne den Rückstellkräften des Metallbogens - beispielsweise durch Kippen um eine horizontale Achse, Drehen um eine Hochachse und/oder durch translatorische Bewegungen - nach und richten sich an ihm ähnlich Perlen an einer Schnur aus.

[0003] Unabhängbare Voraussetzung zum Erzielen einer idealen Positionierung der Zähne mit Hilfe einer solchen Zahnspange ist allerdings, daß die Brackets exakt an den hierfür vorgesehenen Stellen an der Zahnfläche platziert werden. Eine diesbezüglich zu bevorzugende Stelle ist hierbei der Schnittpunkt zwischen der in die Zahnfläche projizierten vertikalen Zahnachse mit einer Höhenlinie, welche einen bestimmten vertikalen Abstand von der Schneidenkante oder der Kaufläche des Zahnes aufweist. Bei einer äußermittigen Falschplatzierung des Brackets würde beispielsweise ein Biegemoment auf den betroffenen Zahn ausgeübt werden, das ihn in eine schiefe Position kippt.

[0004] Die Ermittlung der vertikalen Zahnachse geschieht meist durch visuelles Schätzen des Kieferorthopäden unter Zuhilfenahme einer Röntgenaufnahme des Gebisses, in welcher der zur Zahnachse koaxiale Wurzelverlauf zu sehen ist. Der vertikale Bracketschlitz soll nicht nur entlang der Zahnachse ausgerichtet sein, sondern er soll sich außerdem genau in der Zahnmitte, d. h. auf der Halbierenden der maximalen horizontalen Ausdehnung des Zahnes befinden. Auch hier wird vom Kieferorthopäden durch genaues Betrachten des Zahnes geschätzt. Zur Bestimmung einer geeigneten Höhenlinie des Platzierungsortes werden handelsübliche, auf bestimmte Höhenlinien vorkonfektionierte Klebekreuze verwendet, mit denen man in die Schlitz der zu positionierenden Brackets greift und diese anschließend auf der Zahnfläche solange nach oben oder unten bewegt, bis sich ein Führungsteil des Klebekreuzes auf der Schneidenkante oder der Kaufläche des Zahnes abstützen kann. In diesem Fall befindet sich der horizontale Bracket-Schlitz genau auf der gewünschten Höhenlinie. Abhängig von der Art des jeweiligen Zahnes ist hier eine zahntypabhängige Platzierung der Brackets notwendig.

[0005] Vor der Platzierung muß auf die zum Zahn weisende Fläche des Brackets ein spezieller Klebstoff aufgetragen werden, welcher sehr schnell, meist innerhalb einer Minute aushärtet. Der Zahn wird dann wie folgt vorbereitet: Anätzen der zu beklebenden Fläche, Trocknen und Bepinseln mit einem speziellen Klebstoff - Bonding genannt - derselben Fläche. Die Brackets werden dann, eventuell unter Zuhilfenahme einer Lupe, auf die gegebenenfalls zuvor per Hand markierte Stelle gedrückt. Hat man das Bracket auf der falschen Stelle platziert und ist innerhalb der kurzen Aushärtungszeit keine Korrektur gelungen, so muß das Bracket wieder vom Zahn entfernt, der ausgehärtete Kleber von der Zahnfläche und vom Bracket abgeschliffen und die Prozedur von neuem begonnen werden.

[0006] Oft werden mehr als 20 Zähne mit Brackets beklebt, so daß, eventuelle Korrekturen eingeschlossen, ein erheblicher zeitlicher und handwerklicher Aufwand notwendig ist bis alle Brackets korrekt platziert sind. Im Hinblick auf die gestiegenen Kosten im Gesundheitswesen stellt dies aber einen äußerst unbefriedigenden Zustand dar.

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt demzufolge die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, bei welchem auf schnelle und kostengünstige Weise ein genaues Platzieren von Zahnspangen-Brackets auf Zähnen möglich ist.

[0008] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale von Anspruch 1, Anspruch 12 und Anspruch 14 gelöst.

Vorteile der Erfindung

[0009] Wegen der automatisierten Bracket-Platzierung mittels der Vorrichtung gemäß Anspruch 1 wird gegenüber der üblichen Platzierung per Hand eine wesentlich höhere Wiederholgenauigkeit mit geringerer Fehlerrate erzielt. Das bei der herkömmlichen Methode übliche Korrigieren einzelner Brackets nach einer gewissen Tragezeit kann dadurch im wesentlichen entfallen. Infolgedessen verkürzt sich die Gesamttragezeit der Spange, wodurch das durch die Spange hervorgerufene zusätzliche Kariesrisiko verringert wird. Bei der Vorrichtung gemäß Anspruch 12 wird die Zahngeometrie des betroffenen Zahnes auf einem Monitor dargestellt und anschließend der geeignete Platzierungsort von einer Bedienungsperson eingegeben. Die Platzierung des Brackets am Zahn erfolgt wiederum durch die Handhabungseinrichtung, weshalb auch hier die hohen Genauigkeitsanforderungen erfüllt werden. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren gemäß Anspruch 14 geht eine erhebliche Zeitersparnis einher, wodurch die Behandlungskosten merklich gesenkt werden können. Zur Kostensenkung trägt auch bei, daß wegen des automatisierten Verfahrens das System auch durch gegenüber einem Zahnarzt oder Kieferorthopäden geringer qualifizierte Personen wie beispielsweise durch eine Arzthelferin bedienbar ist.

[0010] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Erfindung möglich.

[0011] Gemäß einer besonders zu bevorzugenden Maßnahme umfaßt die Handhabungseinrichtung einen mehrachsigen Roboter mit einem Roboterarm und einem Greifer, durch welchen ein Bracket oder ein Markierungsmittel, beispielsweise eine Graphitmine, gehalten ist, wobei der Roboter durch die Steuereinrichtung derart ansteuerbar ist, daß der Roboterarm den Bracket an den Platzierungsort heranführt und ihn gegen den Zahn preßt oder mittels der Markierungsmittel am Platzierungsort eine sichtbare Markierung anbringt.

[0012] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, daß die Handhabungseinrichtung am Zahn lösbar befestigt ist, vorzugsweise mittels eines den Zahn übergreifenden Spannarms, wobei das Bracket durch einen relativ zu einem zahnfesten Rahmen der Handhabungseinrichtung bewegbaren Greifer geführt ist, welcher durch die Steuereinrichtung derart ansteuerbar ist, daß dieser den Bracket an den Platzierungsort heranführt und ihn gegen den Zahn preßt oder mittels der Markierungsmittel am Platzierungsort eine sichtbare Markierung anbringt.

[0013] Gemäß einer Weiterbildung beinhaltet die optische Meßeinrichtung einen vorzugsweise an der Handhabungseinrichtung festgelegten optischen Sensor, wobei die Handhabungseinrichtung durch die Steuereinheit ansteuerbar ist, um den Sensor entlang des Zahnes zu führen und den Geo-

metrie-Datensatz bezogen auf den einen Ursprung eines Meßkoordinatensystems bildenden Referenzpunkt zu erzeugen und ihn im Speicher der Steuereinheit abzulegen.

[0014] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß im Speicher wenigstens für einige der verschiedenen Zahntypen wie Schneidezähne oder Backenzähne jeweils ein Geometrie-Datensatz und ein geeigneter Platzierungsort für ein Bracket als zahntypabhängige Standardwerte gespeichert sind. Im weiteren ist eine Verknüpfungsstufe vorgesehen, durch welche aufgrund eines Vergleichs des gemessenen Geometrie-Datensatzes mit den gespeicherten Geometrie-Datensätzen der Typ des vermessenen Zahnes feststellbar und der diesem Zahntyp entsprechende Standardwert für den Platzierungsort der Bracket aus dem Speicher auslesbar ist, vorzugsweise als ein auf die Zahnachse und die Schneidenkante oder die Kaufläche des jeweiligen Zahntyps bezogener Wert. Die Berechnungseinrichtung ist dann durch die Steuereinrichtung derart ansteuerbar, daß sie zunächst die tatsächliche Lage der Zahnachse und der Schneidenkante oder der Kaufläche des Zahnes aus dem gemessenen Geometrie-Datensatz und dann anhand des aus dem Speicher ausgelesenen Standardwerts einen referenzpunktbezogenen Platzierungsort für das Bracket berechnet.

[0015] In Weiterbildung hierzu ist eine von der Steuereinrichtung ansteuerbare kombinierte Eingabe- und Anzeigeeinrichtung vorgesehen, zur Eingabe von Daten betreffend an welchen Zähnen des Gebisses Brackets platziert werden sollen, zur Darstellung des berechneten Platzierungsortes auf einem Monitor und zur Korrektur des berechneten Platzierungsortes.

[0016] Schließlich ist die Handhabungseinrichtung durch die Steuereinrichtung derart ansteuerbar, daß ein rückseitig mit Klebstoff versehenes Bracket an den Platzierungsort heranführbar und mittels eines definierten Drucks gegen eine Zahnfläche des Zahns drückbar ist.

Zeichnungen

[0017] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen: **Fig. 1** eine stark schematisierte, nicht-maßstäbliche Seitenansicht einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung während des Platzierens eines Brackets auf einem Zahn;

[0018] **Fig. 2** eine Vorderansicht des mit dem Bracket versehenen Zahnes von **Fig. 1**.

[0019] **Fig. 3** eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer am Zahn befestigbaren Handhabungseinrichtung;

[0020] **Fig. 4** einen Querschnitt durch die Handhabungseinrichtung von **Fig. 3** entlang der Linie IV-IV.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0021] Die in **Fig. 1** insgesamt mit 1 bezeichnete Vorrichtung dient in bevorzugter Ausführungsform zum Platzieren von Zahnspangen-Brackets 2 auf Zähnen eines menschlichen Gebisses, von welchem aus Maßstabsgründen nur ein Unterkieferfrontzahn 4 dargestellt ist.

[0022] Die Vorrichtung 1 beinhaltet eine elektronisch-optische Meßeinrichtung 6 zum Vermessen der Geometrie der zum Bekleben mit Brackets vorgesehenen Zähne, im folgenden betroffenen Zähne 4 genannt. Hierzu bedient sie sich eines optischen Sensors 8, welcher an einem Handhabungsgerät 9, vorzugsweise an einem Roboterarm 10 eines mehrachsigen Roboters 12 geführt ist. Der Roboterarm 10 ist relativ zu einer vorzugsweise ortsfesten Basis 14 in drei Achsen dreh- und schwenkbar. Deshalb kann sein freies, mit dem

optischen Sensor 8 versehenes Ende jeden Raumpunkt, insbesondere jeden Zahn 4 innerhalb der Mundhöhle des Patienten anfahren. Um Zugriff auf die Zähne zu gewährleisten, wird in die Mundhöhle ein handelsüblicher Wangenhalter eingesetzt.

[0023] Das Abtasten mittels des optischen Sensors 8 erfolgt zahnweise, wobei in einem Speicher der Meßeinrichtung 6 ein Datensatz x_i, y_i, z_i der Konturpunkte i als dreidimensionales Abbild des betroffenen Zahnes 4 in Bezug auf mindestens einen Referenzpunkt generiert wird. Der oder die Referenzpunkte sind vorzugsweise kopffest, beispielsweise ist für die Zähne des Oberkiefers ein eigener Referenzpunkt und für die Zähne des Unterkiefer ein eigener Referenzpunkt 16 vorhanden, der in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt ist.

[0024] Um die Referenzpunkte durch den optischen Sensor 8 erfassbar zu machen, ist beispielsweise an der Schneidenkante 18 des in den Figuren dargestellten Unterkieferfrontzahnes 4 ein sensorerfassbares Plättchen 16 aufgeklebt. Alternativ ist jede von einem optischen Sensor 8 erfassbare Markierung möglich. Das Aufkleben des sensorerfassbaren Plättchens 16 erfolgt vorzugsweise durch den Roboter 12 selbst oder durch eine Arzthelferin jeweils einmal in jedem Kiefer. Die beiden Referenzpunkte 16 werden vor der Messung durch den vorzugsweise endseitig am Roboterarm 10 befestigten optischen Sensor 8 angefahren, um den Ursprung des Meß- oder Referenzkoordinatensystems x, y, z festzulegen.

[0025] Im Speicher der Meßeinrichtung 6 sind Standardwerte für die Geometrie sämtlicher Zähne des menschlichen Gebisses gespeichert. Eine in einem Gehäuse der Meßeinrichtung 6 integrierte Verknüpfungsstufe 20 vergleicht die Geometriedaten der mittels der Meßeinrichtung 6 vermessenen Zähne 4 mit den gespeicherten Standardwerten. Ergebnis dieses Vergleichs ist eine Zuordnung der vermessenen Zähne zu den gespeicherten Zahntypen wie beispielsweise erster unterer Backenzahn, zweiter oberer Schneidezahn usw.. Für jeden der Zahntypen enthält der Speicher darüber hinaus einen Standardwert für den optimalen Platzierungsort eines Brackets 2 bezogen auf das Meß- oder Referenzkoordinatensystem x, y, z . Als Referenzlinien für den Platzierungsort des Brackets dienen ausgezeichnete Bereiche oder Linien des Zahnes, üblicherweise die Zahnachse 22 (**Fig. 2**) und die Schneidenkante 18 bzw. die Kaufläche, von welcher eine Höhenlinie 23 des Platzierungsortes 24 des Brackets 2 einen zahntypabhängigen Abstand a hat, wie in **Fig. 1** gezeigt ist. Alternativ könnte der Platzierungsort 24 auch als zahntypenunabhängiger Wert gespeichert sein, d. h. daß eine Identifizierung des jeweils vorliegenden Zahntyps durch die Verknüpfungsstufe entfallen kann und die Höhenlinie 23 des Platzierungsortes 24 für jeden betroffenen Zahn 4 einen konstanten Abstand a von der Schneidenkante 18 bzw. von der Kaufläche aufweist.

[0026] Im weiteren ist eine in das Gehäuse der Meßeinrichtung 6 integrierte Berechnungseinrichtung 26 vorgesehen, durch welche in Abhängigkeit der gemessenen Geometriedaten des betroffenen Zahnes 4 jeweils die Lage der Zahnachse 22 berechenbar ist. Aufgrund des mittels der Verknüpfungsstufe 20 ermittelten Zahntyps ist aus dem Speicher ein auf diesen Zahntyp bezogener Standardwert für den Abstand a von der Schneidenkante 18 auslesbar, so daß der optimale Platzierungsort 24 für den Bracket auf einem Monitor 28 zusammen mit dem betroffenen Zahn 4 anzeigbar ist. Die Bedienperson der Vorrichtung 1 ist dann aufgrund der Anzeige am Monitor 28 in der Lage, den Platzierungsort 24 zu kontrollieren. Zusätzlich kann eine Eingabeeinrichtung 30 vorgesehen sein, um den am Monitor 28 angezeigten Platzierungsort 24 durch die Bedienperson nachträglich zu

ändern und/oder um eingehen zu können, welche Zähne mit Brackets zu versehen sind.

[0027] Hierzu kann der Monitor 28 beispielsweise als touch screen ausgebildet sein. Die eingegebenen und/oder geänderten Daten betreffend die Geometrie der Zähne sowie den jeweiligen Platzierungsort 24 werden im Speicher abgelegt. Die optische Meßeinrichtung 6 ist derart ausgebildet, daß sie aufgrund des gemessenen Datensatzes in der Lage ist, Unstetigkeitsstellen an der labialen Zahnfläche 32, beispielsweise eine Kante zu erkennen. Falls nun im Bereich des Platzierungsortes 24 eine solche Unstetigkeitsstelle vorhanden sein sollte, wird diese Information ebenfalls gespeichert.

[0028] Alternativ könnten die aufgrund der optischen Vermessung der betroffenen Zähne durch die Meßeinrichtung 6 gewonnenen Daten als dreidimensionales Zahnabbild auf dem touch screen 28 dargestellt werden, wobei der Platzierungsort 24 an der labialen Zahnfläche 32 durch die Bedienungsperson über den touch screen identifizierbar und im Speicher ablegbar ist. In einem solchen Fall kann eine Berechnung des Platzierungsortes 24 aus den gemessenen Geometriedaten entfallen.

[0029] Während einer der Platzierung der Brackets 2 vorgeordneten Vorbereitungsphase werden die betroffenen Zähne mit Luftspray getrocknet, mit Alkohol entfettet und anschließend erneut getrocknet. Ein Ätzel, beispielsweise 30%ige Phosphorsäure wird auf die zu beklebende Zahnfläche 32 aufgetragen und nach etwa 30 Sekunden mit Wasser und einem Sauger abgespült. Anschließend werden die Zähne 4 mit Luftspray und Sauger getrocknet und ein schnellaushärtender Kleber oder Bonding jeweils auf die zur labialen Zahnfläche 32 weisende Fläche 34 der Brackets 2 aufgetragen. Alle während der Vorbereitungsphase ausgeführten Arbeiten sind durch Aufnahme entsprechender Werkzeuge am Roboterarm 10 vom Roboter 12 selbst ausführbar, welcher durch ein entsprechendes Programm einer zentralen Steuereinheit 36 ansteuerbar ist, welche ebenfalls in das Gehäuse der Meßeinrichtung 6 integriert ist. Alternativ könnten diese Arbeiten auch durch die Arzthelferin ausgeführt werden. Die zentrale Steuereinheit 36 steht mit dem Roboter 12 durch ein elektrisches Kabel 38 in Verbindung und steuert außerdem die Verknüpfungsstufe 20, die Berechnungseinrichtung 26, den Monitor 28 und die Eingabeeinrichtung 30 an und koordiniert deren Funktionen.

[0030] Zum Platzieren der Brackets 2 an den betroffenen Zähnen 4 wird der Roboter 12 von der zentralen Steuereinheit 36 derart angesteuert, daß ein am freien Ende des Roboterarms 10 angeordneter Greifer 40 ein Bracket 2 aus einem aus Maßstabsgründen nicht dargestellten Magazin aufnimmt und ihn an den dem jeweiligen Zahn 4 zugeordneten, von der Berechnungseinrichtung 26 berechneten und aus dem Speicher ausgelesenen Platzierungsort 24 an der labialen Zahnfläche 32 heranfährt. Falls der aus dem Speicher gelesene Platzierungsort 24 eine zusätzliche Information darüber enthält, daß sich dieser im Bereich einer Unstetigkeitsstelle der Zahnfläche 32 befindet, wird ein entsprechend geformtes Bracket aus dem Magazin entnommen. Der aus dem Speicher gelesene Wert für den Platzierungsort 24 ist wie die Meßdaten der vorangehenden Messungen auf das Meß- oder Referenzkoordinatensystem x, y, z bezogen. Danach wird das Bracket 2 vom Roboterarm 10 unter definiertem Druck gegen die Zahnfläche 32 gepreßt.

[0031] Zweckmäßig ist das die Brackets 2 speichernde Magazin am Roboterarm 10 angeordnet und lädt die Brackets 2 direkt in den Greifer 40. Da der Platzierungsort 24 für jeden betroffenen Zahn 4 im Speicher abgelegt ist, kann die Bestückung der Zähne 4 mit Brackets 2 in sehr kurzer Zeit erfolgen. Die Aushärtung des Bondings und des Klebstoffs

erfolgt unter blauem Licht. Hierfür ist in den Roboterarm 10 ein Lichtleiter integriert, dessen Ausgangsstrahl den jeweiligen Zahn beleuchtet, wobei die Beleuchtungszeit ungefähr 2,5 Sekunden je Zahn beträgt, um den Klebstoff vorzuhärten. Später werden die Zähne nochmals etwa je 20 Sekunden lang von Hand beleuchtet.

[0032] In der Praxis ist nicht auszuschließen, daß der Patient seinen Kopf während der Bracketplatzierung bewegt. Deshalb ist in der zentralen Steuereinheit 36 eine Trackingfunktion integriert, welche eine Kopfbewegung durch Änderung der Lage des Referenzpunktes 16 relativ zum Sensor 8 erkennt und den Roboterarm 10 entsprechend nachführt. Nach Bestückung der Zähne 4 mit Brackets 2 werden die beiden Referenzmarken 16 schließlich vom Roboter 12 angefahren und mittels des Greifers 40 entfernt. Alternativ könnte dies auch durch die Arzthelferin erfolgen.

[0033] Der Greifer 40 könnte als Markierungsmittel beispielsweise eine Graphitmine tragen, um den Platzierungsort 24 an der Zahnfläche 32 vorzugsweise dadurch zu markieren, daß die in die Zahnfläche 32 projizierte Zahnachse 22 sowie die jeweilige Höhenlinie 23 auf der Zahnfläche 32 markiert werden, wobei im Schnittpunkt der beiden Linien 22, 23 der Platzierungsort 24 für den Bracket liegt, welcher dann von Hand aufgeklebt werden könnte.

[0034] Darüber hinaus könnte die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 auch dazu dienen, die Lage bereits geklebter Brackets 2 mittels der optischen Meßeinrichtung 6 zu erfassen und deren Position 24 anhand gemessener Geometriedaten und der im Speicher abgelegten Standardwerte zu bewerten. In diesem Fall kann der Monitor 28 von der zentralen Steuereinheit 36 derart ansteuerbar ausgebildet sein, daß die Zähne mit an vom jeweils errechneten Platzierungsort 24 abweichender Stelle aufgeklebten Brackets 2 angezeigt werden.

[0035] In Fig. 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 1 dargestellt, bei welchen ein Handhabungsgerät 42 für die Brackets 2 direkt am betroffenen Zahn 4 lösbar befestigt ist, und zwar wenigstens während der Meß- und Platzierungsphase. Identische bzw. in ihrer Funktion analog wirkende Bauteile und Baugruppen sind hierbei mit den gleichen Bezugswahlen bezeichnet wie bei der vorangehend beschriebenen Ausführungsform. Das Handhabungsgerät 42 beinhaltet einen länglichen, endseitig mit einem Griff 44 versehenen länglichen Rahmen 46 mit einem Spannarm 48, der den betroffenen Zahn 4 übergreift und den Rahmen 46 an der lingualen Zahnfläche 50 derart kontert, daß das Handhabungsgerät 42 mit seiner zur labialen Zahnfläche 32 weisenden Stirnfläche 52 gegen diese gespannt wird. Der Rahmen 46 weist eine zentrale, zur labialen Zahnfläche 32 hin offene, vorzugsweise viereckige Ausnehmung 54 auf, innerhalb welcher ein den Sensor 8 tragender Greifer 56 bewegbar ist, der ein Bracket 2 hält. Hierzu ist eine Kreuzführung 58 für den Greifer 56 vorgesehen, wie am besten anhand von Fig. 4 zu sehen ist, so daß der Greifer 56 jeden Punkt an dem von der Stirnfläche 52 des Rahmens 46 begrenzten Teil der labialen Zahnfläche 32 erreichen kann. Zusätzlich ist der Greifer 56 durch eine Anstellereinrichtung 60 senkrecht zur labialen Zahnfläche 32 bewegbar, so daß das Bracket 2 an dem mittels der Kreuzführung 58 angefahrenen Platzierungsort 24 an die labiale Zahnfläche 32 gedrückt werden kann, während der Rahmen 46 durch den Spannarm 48 am Zahn 4 fixiert ist. Hierdurch bleibt das Platzierungsergebnis des Brackets 2 von eventuellen Kopfbewegungen des Patienten unbeeinflusst. Wie bei der vorangehend beschriebenen Ausführungsform ist das Handhabungsgerät 42 durch ein Kabel 62 mit der zentralen Steuereinheit 36 ansteuerbar verbunden, alternativ könnte die Steuereinheit 36 aber auch direkt in den Rahmen 46 des Handhabungsgeräts 42 inte-

griert sein.

[0036] Zum Vermessen des betroffenen Zahnes 4 und zum Platzieren des Brackets 2 wird das Handhabungsgerät 42 an seinem Griff 44 gehalten und am Zahn 4 durch Kontern des Spannarmes 48 angesetzt. Anschließend wird der von der Steuereinheit 36 angesteuerte Greifer 56 mittels der Kreuzführung 58 in die Platzierungsposition bewegt und das Bracket 2 durch eine Vorschubbewegung der Anstelleneinrichtung 60 an die labiale Zahnfläche 32 gepresst. Die weiteren Schritte entsprechen denen der vorangehend beschriebenen Ausführungsform.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum automatischen Platzieren von Zahnspangen-Brackets (2) auf Zähnen (4), beinhaltend folgende, von einer Steuereinrichtung (36) ansteuerbare Einrichtungen:
 - a) eine Meßeinrichtung (6) zum Vermessen der Geometrie wenigstens eines Zahnes (4) und zum Generieren eines Geometrie-Datensatzes des Zahnes (4);
 - b) eine Berechnungseinrichtung (26) zur Berechnung eines Platzierungsortes (24) für ein Bracket (2) an dem Zahn (4) in Abhängigkeit des gemessenen Geometrie-Datensatzes und von in einem Speicher gespeicherten Standardwerten, welche die Lage des Platzierungsortes (24) relativ zu ausgezeichneten Bereichen (18, 22) des Zahnes (4) definieren;
 - c) eine Handhabungseinrichtung (12) zum Markieren des Platzierungsortes (24) am Zahn (4) und/oder zum direkten Platzieren des Brackets (2) am berechneten Platzierungsort (24) des Zahnes (4);
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Handhabungseinrichtung einen mehrachsigen Roboter (12) mit einem Roboterarm (10) und mit einem Greifer (40) umfaßt, durch welchen ein Bracket (2) oder ein Markierungsmittel, beispielsweise eine Graphitmine, gehalten ist, wobei der Roboter (12) durch die Steuereinrichtung (36) derart ansteuerbar ist, daß der Roboterarm (10) den Bracket (2) an den Platzierungsort (24) heranführt und ihn gegen den Zahn (4) preßt oder mittels der Markierungsmittel am Platzierungsort (24) eine sichtbare Markierung anbringt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die Handhabungseinrichtung (42) am Zahn (4) lösbar befestigt ist, vorzugsweise mittels eines den Zahn (4) übergreifenden Spannarmes (48), wobei das Bracket (2) durch einen relativ zu einem zahnfesten Rahmen (46) der Handhabungseinrichtung (42) bewegbaren Greifer (56) geführt ist, welcher durch die Steuereinrichtung (36) derart ansteuerbar ist, daß dieser den Bracket (2) an den Platzierungsort (24) heranführt und ihn gegen den Zahn (4) preßt oder mittels Markierungsmitteln am Platzierungsort (24) eine sichtbare Markierung anbringt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung (6) einen vorzugsweise an der Handhabungseinrichtung (9; 42) festgelegten optischen Sensor (8) umfaßt, wobei die Handhabungseinrichtung (9; 42) durch die Steuereinrichtung (36) ansteuerbar ist, um den Sensor (8) entlang des Zahnes (4) zu führen und den Geometrie-Datensatz bezogen auf einen den Ursprung eines Meßkoordinatensystems (x, y, z) bildenden Referenzpunkt (16) zu erzeugen und ihn in einem Speicher abzulegen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzpunkt für Zähne des Oberkiefers vorzugsweise an einer Schneidenkante eines Oberkieferfrontzahnes und für Zähne des Unterkiefers an der Schneidenkante (18) eines Unterkieferfrontzahnes (4) angeordnet und jeweils vorzugsweise als ein sensorerfaßbares Plättchen (16) ausgebildet ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch den Speicher der Platzierungsort (24) für ein Bracket (2) als zahntypunabhängiger Standardwert speicherbar und auslesbar ist, vorzugsweise als ein auf die Zahnachse (22) und die Schneidenkante (18) oder die Kaufläche bezogener Wert.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Speicher wenigstens für einige der verschiedenen Zahntypen jeweils ein Geometrie-Datensatz und ein geeigneter Platzierungsort (24) für ein Bracket (2) als zahntypabhängige Standardwerte gespeichert sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine von der Steuereinrichtung (36) ansteuerbare Verknüpfungsstufe (20) vorgesehen ist, durch welche aufgrund eines Vergleichs des gemessenen Geometrie-Datensatzes mit den gespeicherten Geometrie-Datensätzen der Typ des vermessenen Zahnes (4) feststellbar und der diesem Zahntyp entsprechende Standardwert für den Platzierungsort (24) des Bracket (2) aus dem Speicher auslesbar ist, vorzugsweise als ein auf die Zahnachse (22) und die Schneidenkante (18) oder die Kaufläche des jeweiligen Zahntyps bezogener Wert.
9. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Berechnungseinrichtung (26) durch die Steuereinrichtung (36) derart ansteuerbar ist, daß sie zunächst die tatsächliche Lage der Zahnachse (22) und der Schneidenkante (18) oder der Kaufläche des Zahnes (4) aus dem gemessenen Geometrie-Datensatz und dann anhand des aus dem Speicher ausgelesenen Standardwerts einen referenzpunktbezogenen Platzierungsort (24) für das Bracket (2) berechnet.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine von der Steuereinrichtung (36) ansteuerbare kombinierte Eingabe- und Anzeigeeinrichtung (30) umfaßt, zur Eingabe von Daten betreffend an welchen Zähnen des Gebisses Brackets (2) platziert werden sollen, zur Darstellung des berechneten Platzierungsortes (24) auf einem Monitor (28) und zur Korrektur des berechneten Platzierungsortes (24).
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Handhabungseinrichtung (9; 42) durch die Steuereinrichtung (36) derart ansteuerbar ist, daß ein rückseitig mit Klebstoff versehenes Bracket (2) an den Platzierungsort (24) heranführbar und mittels eines definierten Drucks gegen eine Zahnfläche (32) des Zahns (4) drückbar ist.
12. Vorrichtung (1) zum Platzieren von Zahnspangen-Brackets (2) auf Zähnen (4), beinhaltend folgende, von einer Steuereinrichtung (36) ansteuerbare Einrichtungen:
 - a) eine Meßeinrichtung (6) zum Vermessen der Geometrie wenigstens eines Zahnes (4) und zum Generieren eines Geometrie-Datensatzes des Zahnes (4);
 - b) eine Anzeigeeinrichtung zur Darstellung der Geometrie des vermessenen Zahnes (4);
 - c) eine Eingabeeinrichtung zum Eingeben des Platzierungsortes (24) für ein Bracket (2) an dem

Zahn (4) bezogen auf die dargestellte Geometrie;
 d) eine Handhabungseinrichtung (12) zum Markieren des Platzierungsortes (24) am Zahn (4) und/oder zum direkten Platzieren des Brackets (2) am eingegebenen Platzierungsort (24).

5

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzeigeeinrichtung und die Eingabe-einrichtung durch einen touch screen gebildet sind.

14. Verfahren zum automatischen Platzieren von Zahnspangen-Brackets (2) auf Zähnen (4) eines menschlichen Gebisses zur kosmetischen Korrektur desselben, umfassend folgende Schritte:

10

a) Vermessen der Geometrie wenigstens eines Zahnes (4) und Generieren eines Geometrie-Datensatzes des Zahnes (4) durch eine Meßeinrichtung (6);

15

b) Unter Verwendung eines digitalen Verarbeitungssystems elektronisches Berechnen eines Platzierungsortes (24) für ein Bracket (2) an dem Zahn (4) in Abhängigkeit des gemessenen Geometrie-Datensatzes und von in einem Speicher gespeicherten Standardwerten, welche die Lage des Platzierungsortes relativ zu ausgezeichneten Bereichen (18, 22) des Zahnes (4) definieren;

20

c) Markieren des Platzierungsortes (24) am Zahn (4) und/oder direktes Platzieren des Brackets (2) am Platzierungsort (24) des Zahnes (4) durch eine Handhabungseinrichtung (12).

25

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Vermessen der Zahngeometrie, das Berechnen des Platzierungsortes (24) sowie das Markieren oder Platzieren bezogen auf einen vorzugsweise kopffesten Referenzpunkt (16) erfolgt.

30

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

FIG.2

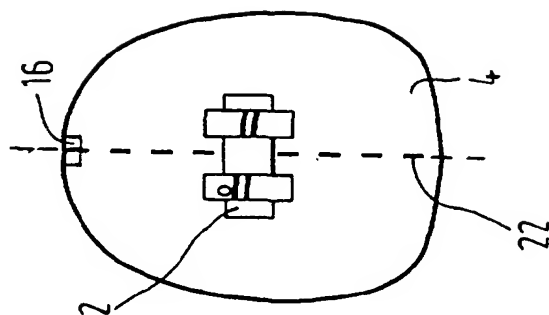
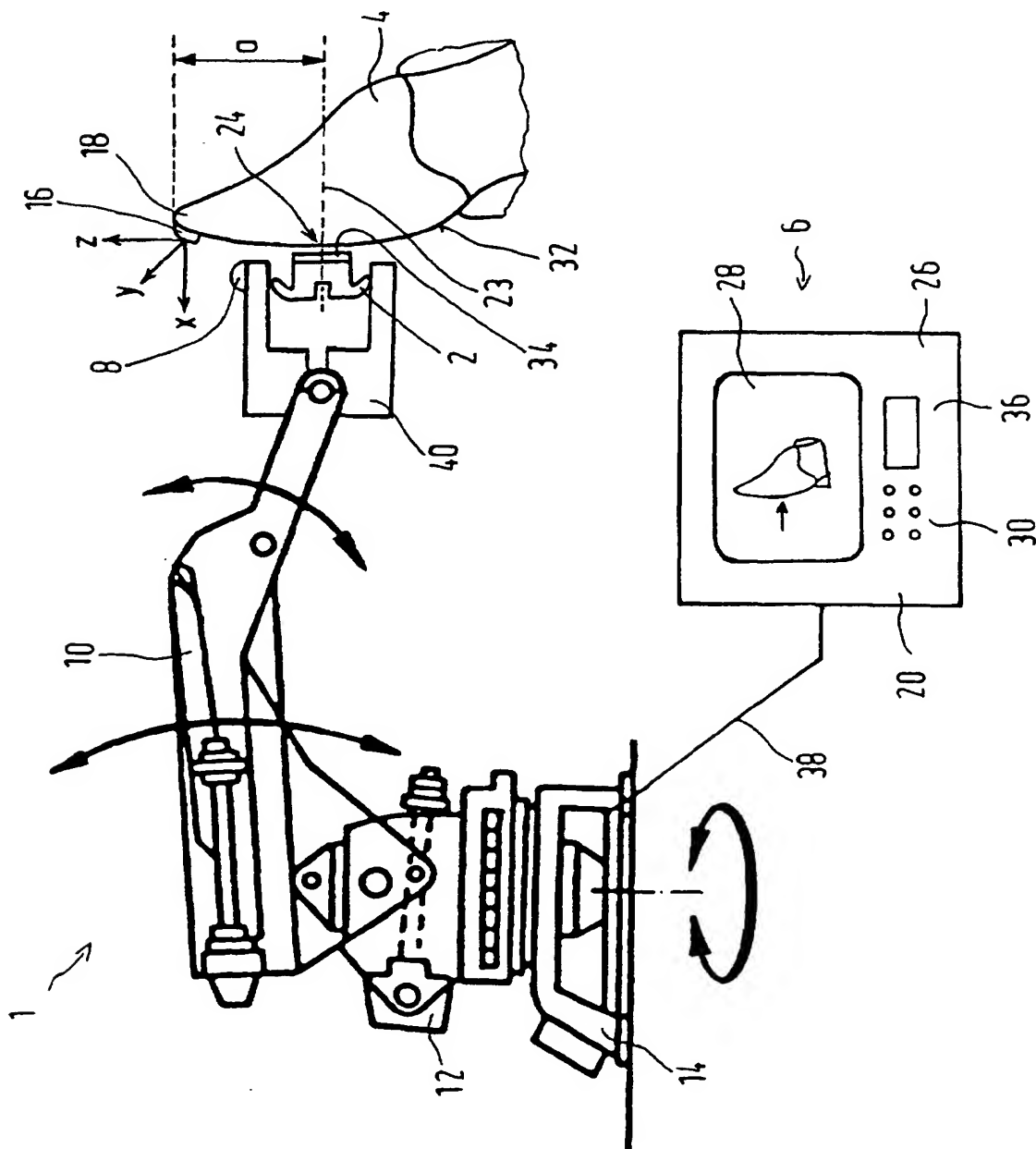


FIG.1



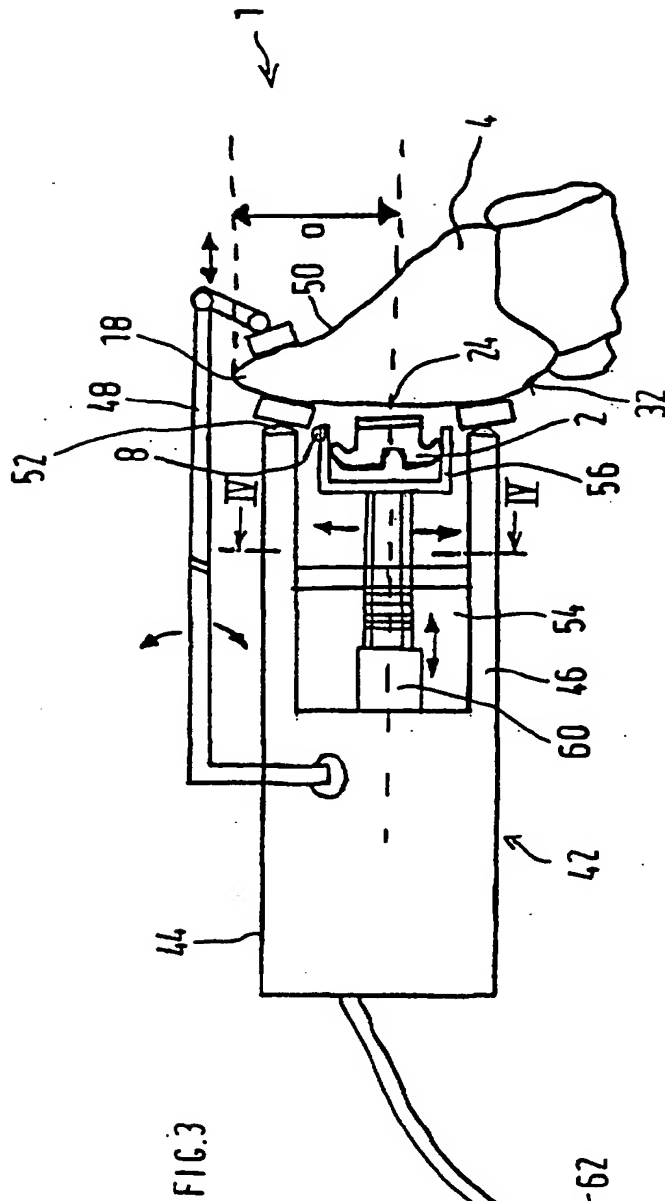


FIG. 3

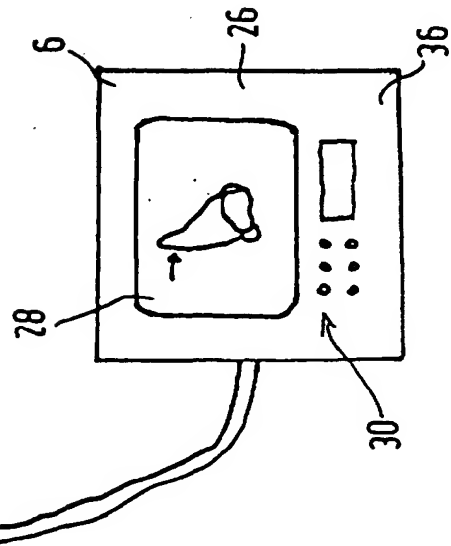


FIG. 4